

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

08. 7. 2004

REC'D 02 SEP 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 6月30日

出願番号  
Application Number: 特願2003-187247  
[ST. 10/C]: [JP2003-187247]

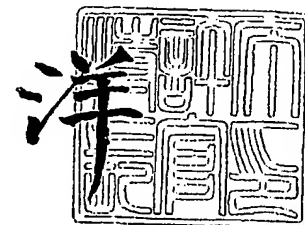
出願人  
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a)-OR (b)

2004年 8月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3074442



【書類名】 特許願

【整理番号】 PCE17593HE

【提出日】 平成15年 6月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山 1 - 1 0 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

【氏名】 金安 健策

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山 1 - 1 0 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

【氏名】 長谷川 栄作

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山 1 - 1 0 - 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

【氏名】 近藤 俊之

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077665

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 剛宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100116676

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮寺 利幸



【選任した代理人】

【識別番号】 100077805

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 辰彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001834

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711295

【包括委任状番号】 0206309

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】

3次元形状測定方法及びその測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットに取着した3次元測定器を、ワークの表面に倣わせて移動させることにより、該ワークの表面形状を測定する3次元形状測定方法であって、

所定面積に対して前記3次元測定器を倣わせる測定動作を示すブロックデータを設定、記録する第1ステップと、

前記ワークの長さ及び／又は高さを設定する第2ステップと、

複数の基本形状タイプから前記ワークの形状に類似する1つを選択する第3ステップと、

選択された基本形状タイプと、前記ワークの長さ及び／又は高さに応じて、前記ブロックデータを示す仮想ブロックが、仮想空間上の前記ワークの投影面のうち、測定を行う部分を覆うように前記ブロックデータを複写設定する第4ステップと、

複写設定した前記ブロックデータに基づいて前記ワークの表面形状を測定する第5ステップと、

を実行することを特徴とする3次元形状測定方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の3次元形状測定方法において、

前記3次元測定器は、前記ワークとの距離を計測する変位計を備え、

前記変位計の計測に基づいて前記ロボットを動作させることにより、前記3次元測定器を進退させて前記ワークから計測可能範囲に維持させながら測定を行うことを特徴とする3次元形状測定方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の3次元形状測定方法において、

前記ブロックデータは、前記3次元測定器を検出幅で往復動作させる動作パターンを示すデータであることを特徴とする3次元形状測定方法。

**【請求項 4】**

請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の 3 次元形状測定方法において、  
前記第 4 ステップでは、前記ブロックデータを変形させながら複写設定することを特徴とする 3 次元形状測定方法。

**【請求項 5】**

請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の 3 次元形状測定方法において、  
前記第 5 ステップでは、所定のブロックデータに基づく計測を行った後に次のブロックデータの計測を行う際、ロボットのベース部を、次のブロックデータの位置に合わせて移動させることを特徴とする 3 次元形状測定方法。

**【請求項 6】**

ロボットに取着した 3 次元測定器を、ワークの表面に倣わせて移動させることにより、該ワークの表面形状を測定する 3 次元形状測定方法であって、  
3 次元測定器を所定距離動作させる基本経路を設定するステップと、  
所定幅毎に前記基本経路を複数回複写して、前記 3 次元測定器を倣わせる測定動作を示すブロックデータとして設定するステップと、  
を実行することを特徴とする 3 次元形状測定方法。

**【請求項 7】**

ロボットに取着した 3 次元測定器を、ワークの表面に倣わせて移動させることにより、該ワークの表面形状を測定する 3 次元形状測定装置であって、  
所定面積に対して前記 3 次元測定器を倣わせる測定動作を示すブロックデータを設定、記録するブロックデータ設定記録部と、  
前記ワークの長さ及び／又は高さを設定するデータ入力部と、  
複数の基本形状タイプから前記ワークの形状に類似する 1 つを選択する基本形状選択部と、  
選択された基本形状タイプと、前記ワークの長さ及び／又は高さに応じて、前記ブロックデータを示す仮想ブロックが、仮想空間上の前記ワークの投影面のうち、測定を行う部分を覆うように前記ブロックデータを複写設定するブロックデータ複写部と、  
複写設定した前記ブロックデータに基づいて前記ワークの表面形状を測定する



計測実行部と、

を有することを特徴とする 3 次元形状測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3 次元形状測定方法及びその測定装置に関し、特に、3 次元測定器をロボットに取着した状態で、ワークの表面に倣わせながら該ワークの表面形状を測定する 3 次元形状測定方法及びその測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

3 次元測定器によればワークの表面に倣わせることによってワークの位置、形状などを測定することができる。従来、3 次元測定器は測定者が持ってワークの表面に倣わせたり、専用の門柱型座標測定器に取着して測定している。測定者が 3 次元測定器を直接持って計測する場合には、測定時間が長くなると測定者に対する負担が大きい。また、門柱型座標測定器は、構造が複雑であって高価である。

【0003】

このような背景から、近時、3 次元測定器をロボットのアームに取着して動作させ、ワークの表面形状を測定する取り組みがなされている。

【0004】

また、類似技術としては、外部又はワーク内に設けられた基準点を位置測定ユニットで認識し、認識された測定区域の形状をレーザスキャナによって測定する技術が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0005】

【特許文献 1】

特表 2003-505682 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ロボットを用いてワークの表面形状を測定する場合には、ロボット

に対して動作教示を行う必要があり、基準の教示点を設定する。この教示点の設定は単純な作業であるが、教示点の数が多いため多大な時間を要するという問題がある。特に、ワークの形状が多様である場合には、その都度、教示をやり直す必要があり、オペレータの負担が大きい。

#### 【0007】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、ロボットに取着した3次元測定器をワークの表面に倣わせて移動させて該ワークの表面形状を測定する際の、ロボットの動作を、簡便かつ短時間に教示設定することを可能にする3次元形状測定方法及びその測定装置を提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】


本発明に係る3次元形状測定方法は、ロボットに取着した3次元測定器を、ワークの表面に倣わせて移動させることにより、該ワークの表面形状を測定する3次元形状測定方法であって、所定面積に対して前記3次元測定器を倣わせる測定動作を示すブロックデータを設定、記録する第1ステップと、前記ワークの長さ及び／又は高さを設定する第2ステップと、複数の基本形状タイプから前記ワークの形状に類似する1つを選択する第3ステップと、選択された基本形状タイプと、前記ワークの長さ及び／又は高さに応じて、前記ブロックデータを示す仮想ブロックが、仮想空間上の前記ワークの投影面のうち、測定を行う部分を覆うように前記ブロックデータを複写設定する第4ステップと、複写設定した前記ブロックデータに基づいて前記ワークの表面形状を測定する第5ステップと、を実行することを特徴とする。

#### 【0009】

このように、複写設定したブロックデータに基づいてワークの表面形状を測定するようにすると、ロボットの動作を、簡便かつ短時間に教示設定することができる。

#### 【0010】

この場合、前記3次元測定器は、前記ワークとの距離を計測する変位計を備え、前記変位計の計測に基づいて前記ロボットを動作させることにより、前記3次



元測定器を進退させて前記ワークから計測可能範囲に維持させながら測定を行うとよい。

#### 【0011】

また、前記ブロックデータは、前記3次元測定器を検出幅で往復動作させる動作パターンを示すデータとすると、ブロックデータの作成及び、ワークの表面形状の測定を効率的に行うことができる。

#### 【0012】

さらに、前記第4ステップでは、前記ブロックデータを変形させながら複写設定すると、多種多様のワークに対して、より高い融通性がある。

#### 【0013】

前記第5ステップでは、所定のブロックデータに基づく計測を行った後に次のブロックデータの計測を行う際、ロボットのベース部を、次のブロックデータの位置に合わせて移動させるようにすると、ブロックデータはパラメータを変更することなくそのまま複写することができ、複写手順が容易である。

#### 【0014】


また、本発明に係る3次元形状測定方法は、ロボットに取着した3次元測定器を、ワークの表面に倣わせて移動させることにより、該ワークの表面形状を測定する3次元形状測定方法であって、3次元測定器を所定距離動作させる基本経路を設定するステップと、所定幅毎に前記基本経路を複数回複写して、前記3次元測定器を倣わせる測定動作を示すブロックデータとして設定するステップと、を実行することを特徴とする。

#### 【0015】

このように、ブロックデータは1本の基本経路を複写することにより設定可能であり、設定手順が容易である。

#### 【0016】

さらに、本発明に係る3次元形状測定装置は、ロボットに取着した3次元測定器を、ワークの表面に倣わせて移動させることにより、該ワークの表面形状を測定する3次元形状測定装置であって、所定面積に対して前記3次元測定器を倣わせる測定動作を示すブロックデータを設定、記録するブロックデータ設定記録部



と、前記ワークの長さ及び／又は高さを設定するデータ入力部と、複数の基本形状タイプから前記ワークの形状に類似する 1 つを選択する基本形状選択部と、選択された基本形状タイプと、前記ワークの長さ及び／又は高さに応じて、前記ブロックデータを示す仮想ブロックが、仮想空間上の前記ワークの投影面のうち、測定を行う部分を覆うように前記ブロックデータを複写設定するブロックデータ複写部と、複写設定した前記ブロックデータに基づいて前記ワークの表面形状を測定する計測実行部と、を有することを特徴とする。

#### 【0017】

このように、複写設定したブロックデータに基づいてワークの表面形状を測定するようにすると、ロボットの動作を、簡便かつ短時間に教示設定することができる。

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】


以下、本発明に係る 3 次元形状測定方法及びその測定装置について好適な実施の形態を挙げ、添付の図 1 ～図 15 を参照しながら説明する。

#### 【0019】

図 1 に示すように、本実施の形態に係る 3 次元形状測定方法を適用する 3 次元形状測定装置 10 は、車両の形状をしたワーク W の 3 次元形状を測定するシステムであって、ワーク W の表面形状を測定するレーザスキャナ（3 次元測定器）12 をエンドエフェクタとして備えた多関節ロボット 14 と、レーザスキャナ 12 の位置を検出する位置検出装置 16 と、多関節ロボット 14 及び位置検出装置 16 から供給されるデータを処理するデータ処理部 18 とを有する。多関節ロボット 14 は、移動台車 22 上に載置されており、該移動台車 22 の内部には、多関節ロボット 14 を制御する制御部 19 が設けられている。ワーク W は、例えば、形状がデータ化されていないクレーモデルであって、制御部 19 において形状が認識されていない。

#### 【0020】

多関節ロボット 14 は 7 軸の関節を備え、姿勢の冗長性を有する。すなわち、多関節ロボット 14 は、レーザスキャナ 12 の位置及び姿勢を保持したまま様々



な姿勢（理論上、無限大個の姿勢）をとり得る。多関節ロボット 14 の先端部 36 には、支持部 20a を介してワーク W（図 3 参照）までの距離を測定するレーザ変位計 20 が設けられている。

#### 【0021】

多関節ロボット 14 は、矢印 21 で示される基本のティーチングデータに基づきワーク W の面に沿ってレーザスキャナ 12 を移動させる。このとき、レーザ変位計 20 のデータを参照しながら、レーザスキャナ 12 をワーク W の表面から所定の距離である  $L \pm \epsilon$  となるように維持しながら移動させる。

#### 【0022】

また、多関節ロボット 14 が載置される移動台車 22 上は自走可能であり、ワーク W の車軸 24 と平行に延在するレール 26 に沿って移動することができる。多関節ロボット 14 は移動可能であることから、ワーク W の所定区域毎の測定を行った後に多関節ロボット 14 を移動させて次の区域の測定を行うことができる。

#### 【0023】

図 2 に示すように、多関節ロボット 14 は、ベース部 30 と、該ベース部 30 を基準にして、順に第 1 アーム 32、第 2 アーム 34 を有し、第 2 アーム 34 の先の先端部 36 に前記レーザスキャナ 12 が設けられている。第 1 アーム 32 はベース部 30 に対して水平及び垂直に回動可能な軸 J1、J2 によって接続されている。また、第 1 アーム 32 は途中の軸 J3 によって捻り回転が可能である。

#### 【0024】

第 2 アーム 34 は第 1 アーム 32 と軸 J4 で回動可能に連結されている。第 2 アーム 34 は途中の軸 J5 によって捻り回転が可能である。

#### 【0025】

先端部 36 は第 2 アーム 34 と軸 J6 で回動可能に連結されており、軸 J7 により捻り回転が可能である。

#### 【0026】

このように多関節ロボット 14 は 7 軸の関節を有することから、前記の通り姿勢の冗長性を有し、人間の腕のように自由な動作が可能である。

## 【0027】

多関節ロボット14の軸J1～J7は、全てが回転動作を行う軸である必要はなく、姿勢の冗長性を有する構成であれば、伸縮動作、平行リンク動作等の動作部を有するものであってもよい。関節の構成数は8以上であってよい。

## 【0028】

図3に示すように、レーザスキャナ12は、3つの突起部にそれぞれ赤外線LED40を備えている。位置検出装置16（図1参照）は、1次元CCDからなる3つの検出部42により赤外線LED40が発光する赤外線を検出して3次元空間上におけるレーザスキャナ12の位置を正確に検出することができる。検出部42は、2個以上の2次元CCDでもよい。

## 【0029】


具体的には、3つの赤外線LED40からのエネルギーを検出部42によってそれぞれ検出し、各検出部42から赤外線LED40の方向を認識する。これにより、レーザスキャナ12の空間的位置及び姿勢を求めることができる。この処理はリアルタイムで行われる。

## 【0030】

レーザスキャナ12は、投光部50からレーザを矢印B方向に走査しながらワークWに照射して検出幅Dの区間の表面形状を測定することができる。また、レーザスキャナ12は計測可能な範囲がある。従って、ワークWの表面から投光部50までの距離が $L \pm \epsilon$ の範囲に設定されている必要があり、レーザ変位計20によってこの距離を測定している。該レーザ変位計20による測定データは、制御部19に供給されて処理され、レーザスキャナ12が適切な位置となるように多関節ロボット14の姿勢を制御する。

## 【0031】

図4に示すように、制御部19はサーボドライバ52を介して多関節ロボット14を動作させる運動制御ボード54と、入出力インターフェース56と、コンピュータ58とを有する。コンピュータ58は、運動制御ボード54及び入出力インターフェース56と接続されており、制御部19全体の制御を行う。また、コンピュータ58は、所定のプログラム記録部からプログラムをロードして実行



することにより作用し、処理の主体であるCPUと、記録部であるROM、RAM等を含む。

#### 【0032】

移動台車22は、周辺を監視する安全装置である2つのエリアセンサ61a、61bを有する。制御部19は、エリアセンサ61a、61bとのインターフェースであるエリアセンサインターフェース60に接続されており、障害物の有無を検出することができる。また、制御部19は、アンプ62を介して走行軸モータ64を動作させ、移動台車22を自走させることができる。さらに、制御部19は、基本のティーチングデータとなるブロックデータ120（図8参照）を設定するためのティーチングボックス（データ入力部）66及び操作ボックス68と接続されており、相互にデータ通信が可能である。ティーチングボックス66には、表示手段としてのモニタ画面66aが設けられている。

#### 【0033】

移動台車22には無停電電源を搭載し、該無停電電源を介して制御部19等に電源を供給するようにすると、動作信頼性が向上する。

#### 【0034】

図5に示すように、コンピュータ58は、所定面積に対して前記レーザスキャナ12を倣わせる測定動作を示すブロックデータ120（図8参照）を設定し、記録するブロックデータ設定記録部100と、複数の基本形状タイプから前記ワークWの形状に類似する1つを選択する基本形状選択部102と、選択された基本形状タイプと、ワークWの長さU（図14参照）と高さhに応じて、ブロックデータ120を示す仮想ブロックが、仮想空間上のワークWの投影面のうち、測定を行う部分を覆うようにブロックデータ120を複写設定するブロックデータ複写部104と、複写設定したブロックデータ120に基づいて多関節ロボット14と走行軸モータ64を動作させる計測実行部106とを有する。計測実行部106は、多関節ロボット14を動作させるロボット姿勢計算部106aと、走行軸モータ64を動作させる台車位置計算部106bとを有する。

#### 【0035】

また、コンピュータ58は、操作ボックス68等から供給されるスイッチ信号

に基づいて、多関節ロボット 14 及び走行軸モータ 64 をマニュアル操作又は非常停止させる外部信号監視部 110 を有する。

#### 【0036】

ワーク W の長さ U (図 14 参照) と高さ h は、ティーチングボックス 66 を用いて入力され、パラメータ記録部 108 に保持される。パラメータ記録部 108 に保持されたデータや、ブロックデータ設定記録部 100 で設定されたブロックデータ 120 等は、モニタ画面 66a に表示させることが可能である。

#### 【0037】

なお、図 5 は、一部を簡略化して、コンピュータ 58 内部の処理部と外部機器との関係を理解しやすいように表した概略ブロック図であって、入出力インターフェース 56 (図 4 参照) 等を省略して図示している。

#### 【0038】

次に、このように構成される 3 次元形状測定装置 10 を用いて、多関節ロボット 14 に取着されたレーザスキャナ 12 をワーク W の表面に倣わせて移動させることにより、該ワーク W の表面形状を測定する方法について図 6 を参照しながら説明する。図 6 に示す処理においては、ティーチングボックス 66 (図 4 参照) 及び操作ボックス 68 を用いた入力処理とモニタ画面 66a による確認処理はオペレータが行い、それ以外の処理は基本的にコンピュータ 58 によるプログラム処理によって実行される。なお、以下の説明では車軸の方向を Y 方向 (図 14 参照)、ワーク W の高さ方向を Z 方向 (図 14 参照) として、Y 方向と Z 方向に垂直な方向 (図 14 の紙面に垂直な方向) を X 方向とする。

#### 【0039】

この処理は、先ず前処理であるステップ S1 において、主にブロックデータ設定記録部 100 (図 5 参照) の作用によって、ブロックデータ 120 (図 8 参照) の設定記録を行う。このステップ S1 の処理は、基本的に一度行えば、その後省略可能である。

#### 【0040】

次に、主にブロックデータ複写部 104 の作用によって、ワーク W の基本形状タイプに基づきブロックデータ 120 を複写設定する。

## 【0041】

具体的には、先ずステップS2において、ワークWの形状に基づいて、ブロックデータ120を縦方向であるZ方向に複写設定する。

## 【0042】

その後、ステップS3において、ワークWの形状に基づいて、ブロックデータ120を横方向であるY方向に複写設定する。

## 【0043】

このステップS2及びS3の処理は、ワークWの形状が類似であるものに対しては省略可能である。また、ステップS2及びS3の処理は、基本的にコンピュータ58によるプログラム処理であって、仮想空間上においてワークWをブロックデータ120で覆うように複写設定する。この場合、オペレータが処理の適否を判断しやすいように、仮想空間上におけるワークWやブロックデータ120をモニタ画面66aにグラフィック形式で表示しながら処理を行ってもよい。

## 【0044】

次に、ステップS4において、主に計測実行部106の作用によって多関節ロボット14と走行軸モータ64を動作させてワークWの3次元形状を測定する。

## 【0045】

次に、前記ステップS1の処理、つまりブロックデータ120の設定記録を行う処理について、図7及び図8を参照しながら説明する。

## 【0046】

また、以下の説明では、レーザスキャナ12のツール座標を、 $P_a(X, Y, Z, \phi, \theta, \psi)$ 又は $Q_a(X, Y, Z, \phi, \theta, \psi)$ として表す。ここで、X、Y及びZの各パラメータは、絶対座標におけるX方向、Y方向及びZ方向の各値を示し、 $\phi$ 、 $\theta$ 及び $\psi$ の各パラメータは、ロール、ピッチ及びヨーの姿勢値を示す。添え字aは、動作順序、教示順序等を示す自然数である。便宜上、 $P_a(X, Y, Z, \phi, \theta, \psi)$ を $P_a$ 、 $Q_a(X, Y, Z, \phi, \theta, \psi)$ を $Q_a$ としても表記する。

## 【0047】

図8に示すように、ブロックデータ120は、レーザスキャナ12（図3参照



）を一方方向に所定距離動作させて設定される基本経路 1 2 2 と、該基本経路 1 2 2 を直角方向に、入力設定された回数  $n$  本分を複写した複写経路 1 2 4 からなるデータであり、レーザスキャナ 1 2 をワーク  $W$  に倣わせる測定動作を示す。この基本経路 1 2 2 及び複写経路 1 2 4 は、前記矢印 2 1（図 1 参照）に相当するものである。

#### 【0048】

図 8 のブロックデータ 1 2 0 は、 $n = 5$  として、基本経路 1 2 2 を 5 回複写して複写経路 1 2 4 を設定した例である。基本経路 1 2 2 及び複写経路 1 2 4 の相互間隔  $p$ （図 10 参照）は入力設定される値であり、レーザスキャナ 1 2 の検出幅  $D$ （図 3 参照）と同値に設定する。回数  $n$ 、相互間隔  $p$  は、ティーチングボックス 6 6 を用いて入力される。

#### 【0049】

ブロックデータ 1 2 0 は、基本経路 1 2 2 及び複写経路 1 2 4 のそれぞれの開始点と終了点におけるレーザスキャナ 1 2 のツール座標  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $\dots$   $P_e$ （図 10 参照）として表される。ここで添え字のパラメータ  $e$  は、最終の順番を示す数字であり、 $e = 2(n - 1) + 4$  として表される。例えば、 $n = 5$  であるとき、 $e = 12$  である。

#### 【0050】

図 7 のステップ  $S101$  において、ブロックデータ 1 2 0 の基礎となる  $Z$  方向の基本経路 1 2 2 のデータを作成するために、多関節ロボット 1 4 をティーチングボックス 6 6 を用いて操作し、レーザスキャナ 1 2 を  $Z$  方向に適当な距離動作させて、その移動経路を記録する。

#### 【0051】

次に、ステップ  $S102$  において、記録した移動経路のうち開始点と終了点におけるレーザスキャナ 1 2 の姿勢を  $P_1$  ( $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$ 、 $\phi_1$ 、 $\theta_1$ 、 $\psi_1$ ) 及び  $P_2$  ( $X_2$ 、 $Y_2$ 、 $Z_2$ 、 $\phi_2$ 、 $\theta_2$ 、 $\psi_2$ ) として記録する。

#### 【0052】

次に、ステップ  $S103$  において、回数  $n$ 、相互間隔  $p$  をティーチングボックス 6 6 を用いて入力する。

## 【0053】

次に、ステップS104において、カウンタ*i*を「1」に初期化する。

## 【0054】

次に、ステップS105において、カウンタ*i*と回数*n*とを比較する。 $i > n$ であるときには、ブロックデータ120を示すツール座標であるP1、P2、…Peが全て求められたことになり、この一連の処理を終了して前記ステップS2（図6参照）へ移る。 $i \leq n$ であるときには、次のステップS106へ移る。

## 【0055】

ステップS106においては、カウンタ*i*が奇数であるか偶数であるかを確認し、奇数であるときにはステップS107へ移り、偶数であるときにはステップS109へ移る。

## 【0056】

ステップS107（*i*が奇数であるとき）においては、複写経路124の*i*本目の開始点であるP $\alpha$ を計算する。添え字 $\alpha$ は、 $\alpha = 2(i - 1) + 3$ として表される。この場合、P $\alpha$ はP2をY方向に距離（ $i \times p$ ）だけ移動させたデータとして表されることから、P $\alpha$ （ $X_2$ 、 $Y_2 + (i \times p)$ 、 $Z_2$ 、 $\phi_2$ 、 $\theta_2$ 、 $\psi_2$ ）として計算され、求めたP $\alpha$ を記録する。

## 【0057】

次に、ステップS108において、複写経路124の*i*本目の終了点であるP $\beta$ を計算する。添え字 $\beta$ は、 $\beta = \alpha + 1 = 2(i - 1) + 4$ として表される。この場合、P $\beta$ はP1をY方向に距離（ $i \times p$ ）だけ移動させたデータとして表されることから、P $\beta$ （ $X_1$ 、 $Y_1 + (i \times p)$ 、 $Z_1$ 、 $\phi_1$ 、 $\theta_1$ 、 $\psi_1$ ）として計算され、求めたP $\beta$ を記録する。

## 【0058】

一方、ステップS109（*i*が偶数であるとき）においては、複写経路124の*i*本目の開始点であるP $\alpha$ を計算する。この場合、P $\alpha$ はP1をY方向に距離（ $i \times p$ ）だけ移動させたデータとして表されることから、P $\alpha$ （ $X_1$ 、 $Y_1 + (i \times p)$ 、 $Z_1$ 、 $\phi_1$ 、 $\theta_1$ 、 $\psi_1$ ）として計算され、求めたP $\alpha$ を記録する。

## 【0059】

次に、ステップ S110 において、複写経路 124 の i 本目の終了点である  $P_\beta$  を計算する。この場合、 $P_\beta$  は  $P_2$  を Y 方向に距離  $(i \times p)$  だけ移動させたデータとして表されることから、 $P_\beta (X_2, Y_2 + (i \times p), Z_2, \phi_2, \theta_2, \psi_2)$  として計算され、求めた  $P_\beta$  を記録する。

#### 【0060】

ステップ S108 又は S110 の後、ステップ S111 において、カウンタ i を「+1」更新し、ステップ S105 へ戻る。

#### 【0061】

このようにカウンタ i を更新しながら、ブロックデータ 120 を示すツール座標である  $P_1, P_2, \dots, P_e$  を計算することができる。計算して求められたブロックデータ 120 はブロックデータ設定記録部 100 に記録される。

#### 【0062】

ブロックデータ 120 は、レーザスキャナ 12 の検出幅 D で往復動作させる動作パターンを示す。これにより、ブロックデータ 120 の作成、及び、ワーク W の表面形状の測定を効率的に行うことができる。

#### 【0063】

また、ブロックデータ 120 は 1 本の基本経路 122 を複写することにより設定可能であり、設定手順が容易である。

#### 【0064】

さらに、實際上、基本経路 122 を表すデータは開始点  $P_1$  及び終了点  $P_2$  のみでよく、この間の線である経路は必ずしも記録する必要はない。また、開始点  $P_1$  及び終了点  $P_2$  は、前記の通りレーザスキャナ 12 の位置と姿勢を示す 6 つのパラメータで表すことができ、多関節ロボット 14 の各軸  $J_1 \sim J_7$  の角度は記録する必要はない。複写経路 124 についても同様である。

#### 【0065】

次に、前記ステップ S1 (図 6 参照) の後に実行される前記ステップ S2 の処理、つまりブロックデータ 120 を縦方向 (Z 方向) に複写する処理について、図 9 及び図 10 を参照しながら説明する。

#### 【0066】



このステップ S 2 の処理は、ワゴン（又はミニバン等）と呼ばれる車種に対してはブロックデータ 120 を下方向に 1 つ複写し、セダン（又はクーペ等）と呼ばれる車種に対してはブロックデータ 120 を上方向に 1 つ複写する。以下の説明では、便宜上、元のブロックデータ 120 を小ブロック A、ワゴンの場合に下方向に複写するブロックデータ 120 を小ブロック B 1（図 10、図 14 参照）、セダンの場合に上方向に複写するブロックデータ 120 を小ブロック B 2（図 15 参照）と表記する。小ブロック A、B 1 及び B 2 は、ブロックデータ 120 を示す仮想ブロックとみなすことができる。

#### 【0067】

ワゴンの形状は、トランク部がないとともに車高が高く、またリヤウインド部分の傾斜が大きいという特徴がある。一方、セダンの形状は車高が低く、またリヤウインド部分の傾斜が緩いという特徴がある。このように、形状が異なる車種に応じてブロックデータ 120 の複写パターンを変えることにより、それぞれの形状に応じて適切な計測を行うことができるようになる。

#### 【0068】

図 10 に示すように、小ブロック A と小ブロック B 1、及び小ブロック A と小ブロック B 2 は、それぞれラップ量  $r$  を重複して計測し、境界部における計測漏れを防ぐ。また、ワーク W の高さ  $h$  をカバーすることができるよう、小ブロック B 1 及び B 2 は、それぞれ小ブロック A に対して、延長量  $d$  だけ Z 方向に延長するように変形して複写する。ラップ量  $r$  及び高さ  $h$  は、ティーチングボックス 66 を用いて入力され、延長量  $d$  は、高さ  $h$  に基づいて算出される。

#### 【0069】

先ず、ステップ S 201 において、ラップ量  $r$ 、高さ  $h$  をティーチングボックス 66 を用いて入力する。高さ  $h$  に基づいて延長量  $d$  を計算して記録する。

#### 【0070】

次に、ステップ S 202 において、ワーク W の基本形状タイプ、つまり車種を選択する。選択する車種は基本形状選択部 102（図 5 参照）に記録されており、この中から選択設定するが、具体的には、ティーチングボックス 66 を操作することにより選択すればよい。選択する車種は、本実施の形態では、ワゴンやセ

ダン为例示しているが、これに限らず、例えば、トラック等の車種を選択可能としてもよい。

#### 【0071】

次に、ステップS203において、ブロックデータ120のP1とP2のZ方向の距離 $\Delta Z$ を求める。距離 $\Delta Z$ は、 $\Delta Z = Z1 - Z2$ として求められる。Z1、Z2は、それぞれP1、P2を構成するパラメータのうちZ方向成分の値である。

#### 【0072】

次に、ステップS204において、カウンタi及びjをそれぞれ「1」に初期化する。

#### 【0073】

次に、ステップS205において、ワークWの車種に基づいて処理の分岐を行う。ワークWがワゴンである場合には、ステップS206へ移り小ブロックAを下方向へ複写して小ブロックB1を求める。ワークWがセダンである場合には、ステップS207へ移り小ブロックAを上方向へ複写して小ブロックB2を求める。

#### 【0074】

次に、ステップS206、つまりワークWがワゴンである場合の処理について図11を参照しながら説明する。

#### 【0075】

まず、ステップS301において、カウンタjとパラメータeとを比較する。パラメータeは、前記の通り、 $e = 2(n-1) + 4$ である。j > eであるときには、小ブロックB1を示すツール座標であるQ1、Q2、…Qeが全て求められたことになり、この一連の処理を終了して前記ステップS3（図6参照）へ移る。j ≤ eであるときには、次のステップS302へ移る。

#### 【0076】

次に、ステップS302においては、カウンタiが奇数であるか偶数であるかを確認し、奇数であるときにはステップS303へ移り、偶数であるときにはステップS306へ移る。

## 【0077】

ステップS303 (iが奇数であるとき)においては、小ブロックB1を構成する (n+1) 本の基本経路122及び複写経路124のうちi本目の開始点であるQ<sub>j</sub>を計算する。この場合、Q<sub>j</sub>は、小ブロックAを構成する (n+1) 本の基本経路122及び複写経路124のうちi本目の開始点であるP<sub>j</sub>を-Z方向に距離 (ΔZ-r) だけ移動させたデータとして表されることから、Q<sub>j</sub> (X<sub>j</sub>、Y<sub>j</sub>、Z<sub>j</sub>- (ΔZ-r)、φ<sub>j</sub>、θ<sub>j</sub>、ψ<sub>j</sub>) として計算され、求めたQ<sub>j</sub>を記録する。このようにQ<sub>j</sub>を求めることにより小ブロックAと小ブロックB1は、ラップ量rだけ重複する。

## 【0078】

次に、ステップS304において、カウンタjを「+1」更新する。

## 【0079】

次に、ステップS305において、小ブロックB1を構成する (n+1) 本の基本経路122及び複写経路124のうちi本目の終了点であるQ<sub>j</sub>を計算する。この場合、Q<sub>j</sub>は、小ブロックAを構成する (n+1) 本の基本経路122及び複写経路124のうちi本目の終了点であるP<sub>j</sub>を-Z方向に距離 (ΔZ+d) だけ移動させたデータとして表されることから、Q<sub>j</sub> (X<sub>j</sub>、Y<sub>j</sub>、Z<sub>j</sub>+ (ΔZ+d)、φ<sub>j</sub>、θ<sub>j</sub>、ψ<sub>j</sub>) として計算され、求めたQ<sub>j</sub>を記録する。このようにQ<sub>j</sub>を求めることにより、小ブロックB1は下方に延長量dだけ延長されるように変形され、ワークWの高さhをカバーするように設定される。

## 【0080】

一方、ステップS306 (iが偶数であるとき)においては、小ブロックB1を構成する (n+1) 本の基本経路122及び複写経路124のうちi本目の終了点であるQ<sub>j</sub>を計算する。この場合、Q<sub>j</sub>は、小ブロックAを構成する (n+1) 本の基本経路122及び複写経路124のうちi本目の終了点であるP<sub>j</sub>を-Z方向に距離 (ΔZ+d) だけ移動させたデータとして表されることから、Q<sub>j</sub> (X<sub>j</sub>、Y<sub>j</sub>、Z<sub>j</sub>+ (ΔZ+d)、φ<sub>j</sub>、θ<sub>j</sub>、ψ<sub>j</sub>) として計算され、求めたQ<sub>j</sub>を記録する。

## 【0081】

次に、ステップS307において、カウンタ  $j$  を「+1」更新する。

【0082】

次に、ステップS308において、小ブロックB1を構成する  $(n+1)$  本の基本経路122及び複写経路124のうち  $i$  本目の開始点である  $Q_j$  を計算する。この場合、 $Q_j$  は、小ブロックAを構成する  $(n+1)$  本の基本経路122及び複写経路124のうち  $i$  本目の開始点である  $P_j$  を  $-Z$  方向に距離  $(\Delta Z - r)$  だけ移動させたデータとして表されることから、 $Q_j (X_j, Y_j, Z_j - (\Delta Z - r), \phi_j, \theta_j, \psi_j)$  として計算され、求めた  $Q_j$  を記録する。

【0083】

ステップS305又はS308の後、ステップS309において、カウンタ  $i$  及び  $j$  を「+1」更新し、ステップS301へ戻る。

【0084】

このようにカウンタ  $i$  を更新しながら、小ブロックB1を示すツール座標である  $Q_1, Q_2, \dots, Q_e$  を計算することができる。計算して求められた小ブロックB1は、ブロックデータ設定記録部100に記録される。

【0085】

また、小ブロックB1は小ブロックAを変形させながら複写設定することから、多種多様のワークWに対して、高い融通性がある。

【0086】

次に、ステップS207、つまりワークWがセダンである場合の処理について図12を参照しながら説明する。

【0087】

先ず、ステップS401において、カウンタ  $j$  とパラメータ  $e$  とを比較する。パラメータ  $e$  は、前記の通り、 $e = 2(n-1) + 4$  である。 $j > e$  であるときには、小ブロックB2を示すツール座標である  $Q_1, Q_2, \dots, Q_e$  が全て求められたことになり、この一連の処理を終了して前記ステップS3（図6参照）へ移る。 $j \leq e$  であるときには、次のステップS402へ移る。

【0088】

次に、ステップS402においては、カウンタ  $i$  が奇数であるか偶数であるか

を確認し、奇数であるときにはステップS403へ移り、偶数であるときにはステップS406へ移る。

#### 【0089】

ステップS403（ $i$ が奇数であるとき）においては、小ブロックB2を構成する（ $n+1$ ）本の基本経路122及び複写経路124のうち $i$ 本目の開始点である $Q_j$ を計算する。この場合、 $Q_j$ は、小ブロックAを構成する（ $n+1$ ）本の基本経路122及び複写経路124のうち $i$ 本目の開始点である $P_j$ を $+Z$ 方向に距離（ $\Delta Z - r$ ）だけ移動させたデータとして表されることから、 $Q_j$ （ $X_j$ 、 $Y_j$ 、 $Z_j + (\Delta Z - r)$ 、 $\phi_j$ 、 $\theta_j$ 、 $\psi_j$ ）として計算され、求めた $Q_j$ を一時記録する。このように $Q_j$ を求めることにより小ブロックAと小ブロックB2は、ラップ量 $r$ だけ重複する。

#### 【0090】

なお、セダンでは、小ブロックB2が不要であるトランク部やボンネット部が広いので、 $Q_j$ は書き換えを考慮した一時的な記録とする。後述するステップS405、S406及びS408においても同様に求めた $Q_j$ は一時的な記録とする。

#### 【0091】

次に、ステップS404において、カウンタ $j$ を「+1」更新する。

#### 【0092】

次に、ステップS405において、小ブロックB2を構成する（ $n+1$ ）本の基本経路122及び複写経路124のうち $i$ 本目の終了点である $Q_j$ を計算する。この場合、 $Q_j$ は、小ブロックAを構成する（ $n+1$ ）本の基本経路122及び複写経路124のうち $i$ 本目の終了点である $P_j$ を $+Z$ 方向に距離（ $\Delta Z + d$ ）だけ移動させたデータとして表されることから、 $Q_j$ （ $X_j$ 、 $Y_j$ 、 $Z_j + (\Delta Z + d)$ 、 $\phi_j$ 、 $\theta_j$ 、 $\psi_j$ ）として計算され、求めた $Q_j$ を一時記録する。

#### 【0093】

このように $Q_j$ を求めることにより、小ブロックB2は上方に延長量 $d$ だけ延長されるように変形され、ワークWの高さ $h$ をカバーするように設定される。なお、實際上、セダンは車高が低いことから延長量 $d$ をマイナス値として設定し、

小ブロック B 2 を低く設定してもよい。

【0094】

一方、ステップ S 406 ( $i$  が偶数であるとき) においては、小ブロック B 2 を構成する  $(n+1)$  本の基本経路 122 及び複写経路 124 のうち  $i$  本目の終了点である  $Q_j$  を計算する。この場合、 $Q_j$  は、小ブロック A を構成する  $(n+1)$  本の基本経路 122 及び複写経路 124 のうち  $i$  本目の終了点である  $P_j$  を  $+Z$  方向に距離  $(\Delta Z + d)$  だけ移動させたデータとして表されることから、 $Q_j (X_j, Y_j, Z_j + (\Delta Z + d), \phi_j, \theta_j, \psi_j)$  として計算され、求めた  $Q_j$  を一時記録する。

【0095】

次に、ステップ S 407 において、カウンタ  $j$  を「+1」更新する。

【0096】

次に、ステップ S 408 において、小ブロック B 2 を構成する  $(n+1)$  本の基本経路 122 及び複写経路 124 のうち  $i$  本目の開始点である  $Q_j$  を計算する。この場合、 $Q_j$  は、小ブロック A を構成する  $(n+1)$  本の基本経路 122 及び複写経路 124 のうち  $i$  本目の開始点である  $P_j$  を  $+Z$  方向に距離  $(\Delta Z - r)$  だけ移動させたデータとして表されることから、 $Q_j (X_j, Y_j, Z_j + (\Delta Z - r), \phi_j, \theta_j, \psi_j)$  として計算され、求めた  $Q_j$  を一時記録する。

【0097】

ステップ S 405 又は S 408 の後、ステップ S 409 において、カウンタ  $i$  及び  $j$  を「+1」更新し、ステップ S 401 へ戻る。

【0098】

このようにカウンタ  $i$  を更新しながら、小ブロック B 2 を示すツール座標である  $Q_1, Q_2, \dots, Q_e$  を計算することができる。計算して求められた小ブロック B 2 は、ブロックデータ設定記録部 100 に一時記録される。

【0099】

次に、前記ステップ S 2 (図 6 参照) の後に実行される前記ステップ S 3 の処理、つまりブロックデータ 120 を横方向 ( $Y$  方向) に複写する処理について、図 13 ~ 図 15 を参照しながら説明する。このステップ S 3 の処理は、図 14 に



示すように、ワゴンに対しては小ブロック A 及び小ブロック B 1 からなる大ブロック C をそれぞれ Y 方向に  $m$  回複写し、図 1 5 に示すように、セダンに対しては小ブロック A を Y 方向に複数回複写するとともに、キャビン部 2 0 0 に対しては一時記録した小ブロック B 2 を複写する。

#### 【0 1 0 0】

隣接する小ブロック A 同士（又は大ブロック C 同士）の間隔である計測ピッチ  $t$  は、境界部における計測漏れのないように設定される。また、ワーク W の長さ  $U$  をカバーすることができるように、小ブロック A 又は大ブロック C を  $m$  個設定する。つまり、小ブロック A 又は大ブロック C を  $(m-1)$  回複写する。

#### 【0 1 0 1】

計測ピッチ  $t$  及び長さ  $U$  は、ティーチングボックス 6 6 を用いて入力され、個数  $m$  は、長さ  $U$  に基づいて算出される。

#### 【0 1 0 2】

また、ステップ S 4（図 6 参照）において、ワーク W の 3 次元形状を計測する際に、所定の小ブロック A 又は大ブロック C に基づく計測を行った後に、隣接する小ブロック A 又は大ブロック C に基づく計測を行う。このとき、走行軸モータ 6 4（図 4 参照）を動作させて移動台車 2 2 を移動させることから、ステップ S 3 においてブロックデータ 1 2 0 を横方向（Y 方向）に複写する際には、適応する移動台車 2 2 の位置データ  $b_k$  を同時に算出する（ステップ S 5 1 1 参照）。

#### 【0 1 0 3】

先ず、ステップ S 5 0 1 において、計測ピッチ  $t$ 、長さ  $U$  をティーチングボックス 6 6 を用いて入力する。長さ  $U$  に基づいて個数  $m$  を計算して記録する。

#### 【0 1 0 4】

次に、ステップ S 5 0 2 において、ワーク W がセダンであるときに、キャビン部 2 0 0 に小ブロック B 2 を複写する箇所を示すパラメータ  $m_a$  及び  $m_b$  を入力する。パラメータ  $m_a$  及び  $m_b$  は、個数  $m$  に対応した値であり、複写する回数が  $m_a$  回から  $m_b$  回までの間に小ブロック B 2 を複写する。図 1 5 に示す例では、 $m_a = 2$ 、 $m_b = 3$  である。このステップ S 5 0 2 の処理は、ワーク W がワゴンである場合には不要である。

## 【0105】

次に、ステップS503において、ブロックデータ120のP1とPeのY方向の距離 $\Delta Y$ を求める。距離 $\Delta Y$ は、 $\Delta Y = Y_e - Y_1$ として求められる。Y1、Yeは、それぞれP1、P2を構成するパラメータのうちY方向成分の値である。

## 【0106】

次に、ステップS504において、カウンタkを「1」に初期化する。

## 【0107】

次に、ステップS505において、カウンタkと個数mとを比較する。 $k > m$ であるときには、ブロックデータ120をY方向に複写する処理を終了したことになり、この一連の処理を終了して前記ステップS4（図6参照）へ移る。 $k \leq m$ であるときには、次のステップS506へ移る。

## 【0108】

ステップS506においては、小ブロックAを横方向（Y方向）に複写する。具体的には、k番目の小ブロックAは $P_{ik}$  ( $i_k = 2k \cdot (2 \cdot (n-1) + 4) + i$ ) で表され、これらの前記ステップS1で作成した小ブロックAを示す $P_i$  ( $i = 1 \sim e$ ) に基づき、次のように添え字だけを変更させながらそのまま複写を行うことができる。

$$P_{ik}(X_i, Y_i, Z_i, \phi_i, \theta_i, \psi_i) \leftarrow P_i(X_i, Y_i, Z_i, \phi_i, \theta_i, \psi_i)$$

## 【0109】

この場合、 $P_i$  及び  $P_{ik}$  に基づく3次元計測を行う際には、それぞれ多関節ロボット14がY方向に移動することから、多関節ロボット14から見た各座標値は全く同じでよい。従って、Y方向の座標値である「 $Y_i$ 」についても同値でよく、複写手順が容易である。

## 【0110】

次に、ステップS507において、ワークWの車種に基づいて処理の分岐を行う。ワークWがワゴンである場合には、ステップS508へ移り、ワークWがセダンである場合には、ステップS509へ移る。

## 【0111】

ステップS508においては、小ブロックB1を横方向（Y方向）に複写する。この処理は、前記ステップS506と類似の処理であり、具体的には、k番目の小ブロックB1を $Q_{ik}$ で表したとき、 $Q_{ik}(X_i, Y_i, Z_i, \phi_i, \theta_i, \psi_i) \leftarrow Q_i(X_i, Y_i, Z_i, \phi_i, \theta_i, \psi_i)$ という処理により複写を行う。この後ステップS511へ移る。このステップS508及び前記ステップS506の複写処理により、大ブロックCが複写されたことになる。

## 【0112】

また、ステップS509においては、その時点におけるパラメータkの値を確認し、 $m_b \geq k \geq m_a$ であるときにはステップS509へ移り、 $k > m_b$ 又は $k < m_a$ であるときにはステップS511へ移る。つまり、キャビン部200の処理時のみステップS510を実行する。

## 【0113】

ステップS510においては、一時記録された小ブロックB2を複写する。この処理は、前記ステップS506と類似の処理であり、具体的には、k番目の小ブロックB2を $Q_{ik}$ で表したとき、 $Q_{ik}(X_i, Y_i, Z_i, \phi_i, \theta_i, \psi_i) \leftarrow Q_i(X_i, Y_i, Z_i, \phi_i, \theta_i, \psi_i)$ という処理により複写を行う。この後ステップS511へ移る。

## 【0114】

次のステップS511においては、移動台車22の位置データ $b_k$ を算出する。位置データ $b_k$ は、 $b_k \leftarrow b_0 + (k-1) \cdot \Delta Y + t$ として求められる。ここで、 $b_0$ は最初のブロックAに対応する移動台車22の初期位置を示すデータである。

## 【0115】

次に、ステップS512において、前記ステップS506、S508、S510で求めたブロックA、B1、B2を前記ステップS511で求めた位置データ $b_k$ と対応させて記録する。

## 【0116】

次に、ステップS513において、カウンタkを「+1」更新し、ステップS

505へ戻る。

#### 【0117】

このように、カウンタ  $k$  をインクリメントしながら小ブロック A、B1、B2 を複写するとともに対応する位置データ  $b_k$  を求めて記録することにより、選択されたワーク W の基本形状タイプに基づき、仮想ブロックである小ブロック A、B1、B2 を複写設定し、仮想空間上のワーク W の投影面のうち、測定を行う部分を覆うように設定することができる。

#### 【0118】

複写設定された小ブロック A、B1 及び B2 は、ワーク W の投影面のうち、計測を行う部分を覆うように設定される。例えば、フロントウィンド部に関しては、別途、多関節ロボット 14 をワーク W の正面に移動させて計測する計画である場合には、該フロントウィンド部は側面から見た小ブロック A、B1、B2 で覆わないようにしてもよい。

#### 【0119】

なお、ワーク W がワゴンである場合には、小ブロック A 及び小ブロック B1 からなる大ブロック C を複写することになるが、図 14 に示すように、小ブロック A のうち、ボンネット上部に位置することになる小ブロック  $A_{x1}$  は不要となる場合があることから、オペレータがティーチングボックス 66 を操作することによって、小ブロック  $A_{x1}$  を削除してもよい。また、小ブロック A のうち、フロントウィンド部に位置することになる小ブロック  $A_{x2}$  はやや低い高さであっても構わない。従って、オペレータがティーチングボックス 66 を操作することによって、小ブロック  $A_{x2}$  を構成するデータを書き換えたやや低い高さの小ブロック  $A_{x3}$  で置き換えてもよい。さらに、小ブロック B1 のうち、フロントフェンダ部に位置することになる小ブロック  $B1_{x1}$  は、幅がやや狭くなっているも構わない。従って、オペレータがティーチングボックス 66 を操作することによって、小ブロック  $B1_{x1}$  を構成する複写経路 124 (図 8 参照) を数本削除した小ブロック  $B1_{x2}$  で置き換えてもよい。

#### 【0120】

次に、この時点までの処理 (ステップ S1 ~ S3) によって多関節ロボット 1

4の教示データが作成されたこととなるので、前記ステップS4に移り、多関節ロボット14と走行軸モータ64を動作させてワークWの3次元形状を測定すればよい。

#### 【0121】

具体的には、P1～Peで示される位置にレーザスキャナ12を配置させ、レーザ変位計20によりレーザスキャナ12とワークWの表面との距離を測定する。この距離が $L \pm \epsilon$ の範囲内に入っていないときには、レーザスキャナ12をワークWに対して進退させて $L \pm \epsilon$ となるように設定する。その後、先端部36及びレーザスキャナ12の位置及び姿勢に基づいて、基本経路122又は複写経路124で示される方向と略同じ方向に移動させながら計測を行う。このとき、レーザ変位計20のデータを考慮し、レーザスキャナ12がワークWの表面に対して $L \pm \epsilon$ の範囲を逸脱しないように適当な補正をかけて移動方向を決定する。例えば、レーザスキャナ12とワークWとの距離が $L + \epsilon$ に近い値であるときには先端部36及びレーザスキャナ12をワークWに接近させる方向に補正し、レーザスキャナ12とワークWとの距離が $L - \epsilon$ に近い値であるときには先端部36及びレーザスキャナ12をワークWから離間させる方向に補正する。

#### 【0122】

なお、この移動方向は、その時点の先端部36及びレーザスキャナ12の位置及び姿勢に基づいて決定すればよく、先端部36及びレーザスキャナ12を、基本経路122又は複写経路124で示される位置まで戻す必要はない。これにより、レーザスキャナ12をワークWの表面に対して $L \pm \epsilon$ の距離に保ったまま測定を連続的に続行することができる。

#### 【0123】

$\epsilon$ の値が十分に大きいときには、レーザスキャナ12を進退させずに基本経路122又は複写経路124が示す経路に沿って動作させてもよい。

#### 【0124】

上述したように、本実施の形態に係る3次元形状測定装置10及び該3次元形状測定装置10を用いた3次元形状測定方法によれば、ブロックデータ120を設定した後、ワークWの基本形状タイプと入力されたワークWの寸法に基づいて

、測定に必要なワークWの所定面積部分に対してブロックデータ120をコピーする。従って、実質的な教示作業は最初のブロックデータ120を作成する作業だけであり、多関節ロボット14の動作を簡便かつ短時間に教示設定することができる。

#### 【0125】

また、ワークWの大きさが略同じクレーモデルであれば、そのワークWがワゴン又はセダンに係わらず、小ブロックAであるブロックデータ120を共用することができることから、ブロックデータ120の作成処理を省略することができる。

#### 【0126】

ワークWが、例えば、実車のように大きい形状であるときには、クレーモデル用のブロックデータ120とは別の実車専用のブロックデータを作成しておき、所定の記録部に保持しておくとい。

#### 【0127】

さらに、ブロックデータ120の作成処理は基本経路122を1本だけ作成して、他の複写経路124は基本経路122を複写することによって得られることから、簡便に作成が可能である。

#### 【0128】

本発明に係る3次元形状測定方法及びその測定装置は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成乃至手順を採り得ることはもちろんである。

#### 【0129】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る3次元形状測定方法及びその測定装置によれば、ブロックデータを複写設定した後、これらのブロックデータに基づいてワークの表面形状を測定する。従って、ロボットの動作を簡便かつ短時間に教示設定することができる。

#### 【0130】

また、ブロックデータは1本の基本経路を複写することにより設定可能であり



、設定手順が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態に係る 3 次元形状測定装置の概略斜視図である。

【図 2】

レーザスキャナを備える多関節ロボット及び該多関節ロボットが載置される移動台車を示す斜視図である。

【図 3】

レーザスキャナ及びレーザ変位計を用いてワークの表面形状を測定する様子を示す概略斜視図である。

【図 4】

本実施の形態に係る 3 次元形状測定装置の概略ブロック図である。

【図 5】

コンピュータの内部処理の概略ブロック図である。

【図 6】

本実施の形態に係る 3 次元形状測定方法の手順を示すフローチャートである。

【図 7】

ブロックデータの設定記録を行う手順を示すフローチャートである。

【図 8】

ブロックデータを示す模式図である。

【図 9】

ワークの形状に基づいてブロックデータを縦方向に複写設定する手順を示すフローチャートである。

【図 10】

2 つの小ブロックからなる大ブロックを示す模式図である。

【図 11】

ワークがワゴンである場合、ブロックデータを縦方向に複写設定する手順を示すフローチャートである。

【図 12】

ワークがセダンである場合、ブロックデータを縦方向に複写設定する手順を示すフローチャートである。

**【図 13】**

ワークの形状に基づいてブロックデータを縦方向に複写設定する手順を示すフローチャートである。

**【図 14】**

ワークがワゴンである場合、ブロックデータを横方向に複写する様子を示す模式図である。

**【図 15】**

ワークがセダンである場合、ブロックデータを横方向に複写する様子を示す模式図である。

**【符号の説明】**

10…3次元形状測定装置	12…レーザスキャナ
14…多関節ロボット	16…位置検出装置
18…データ処理部	19…制御部
20…レーザ変位計	22…移動台車
36…先端部	58…コンピュータ
64…走行軸モータ	66…ティーチングボックス
68…操作ボックス	66a…モニタ画面
100…ブロックデータ設定記録部	102…基本形状選択部
104…ブロックデータ複写部	106…計測実行部
106a…ロボット姿勢計算部	106b…台車位置計算部
108…パラメータ記録部	110…外部信号監視部
120…ブロックデータ	122…基本経路
124…複写経路	200…キャビン部
A、B1、B2…小ブロック	C…大ブロック
d…延長量	h…高さ
i、j、k…カウンタ	p…相互間隔
r…ラップ量	t…計測ピッチ

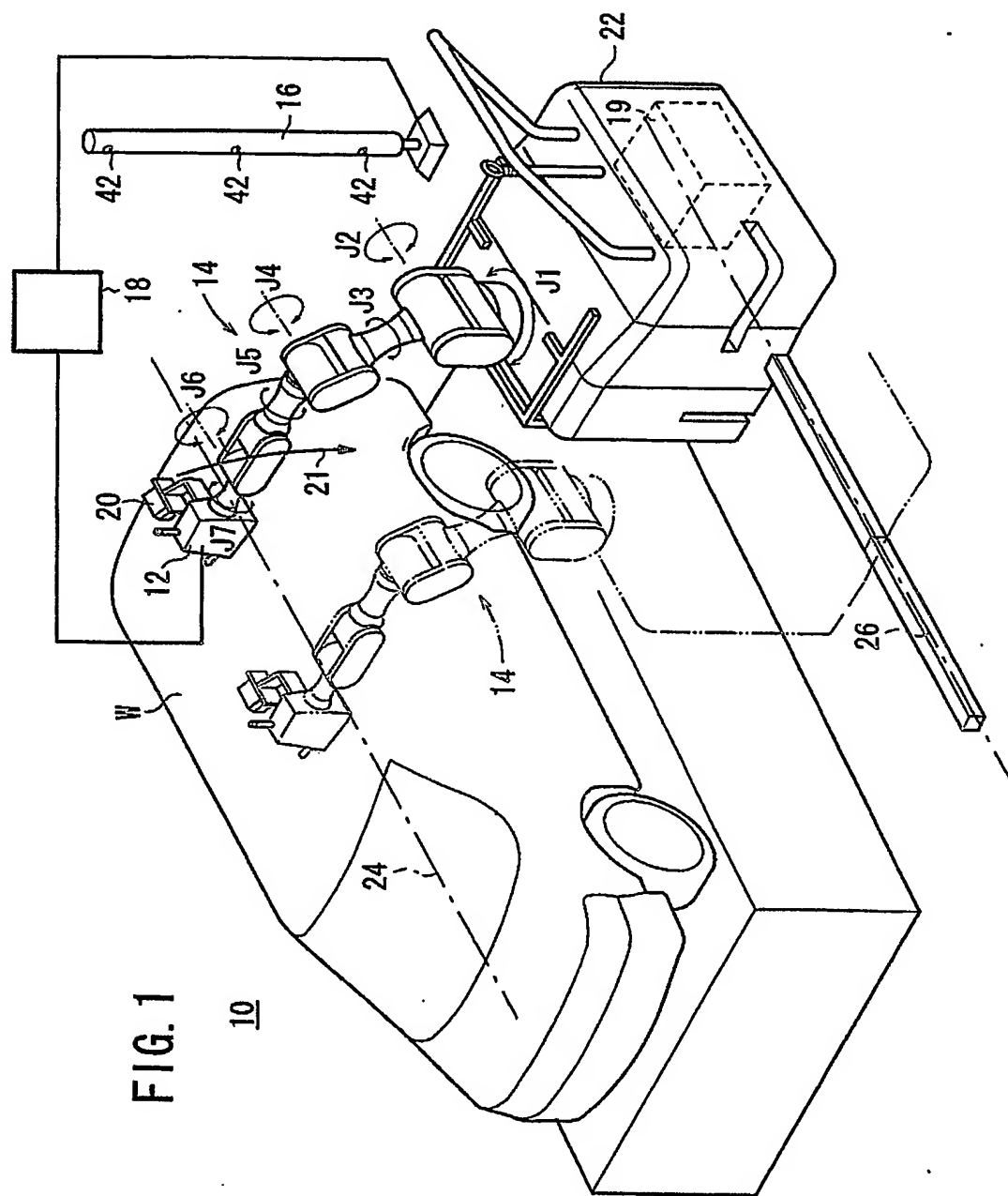


U…長さ

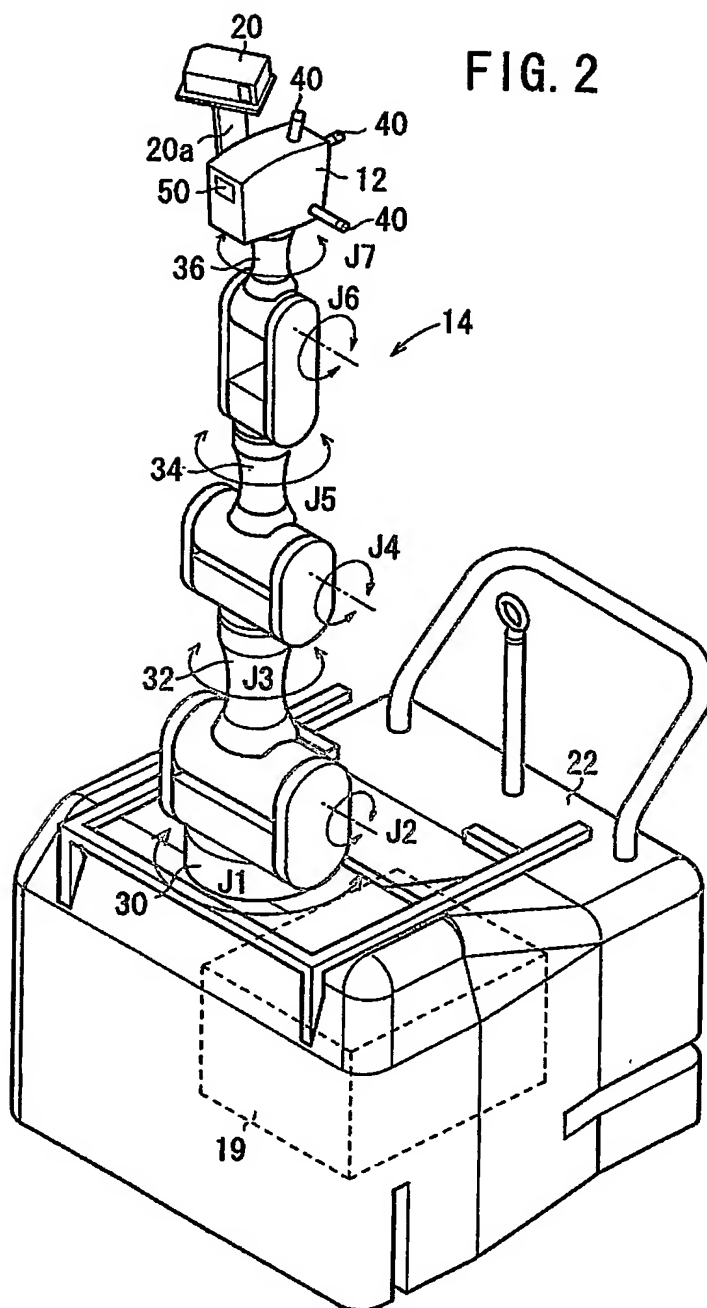
W…ワーク

【書類名】 図面

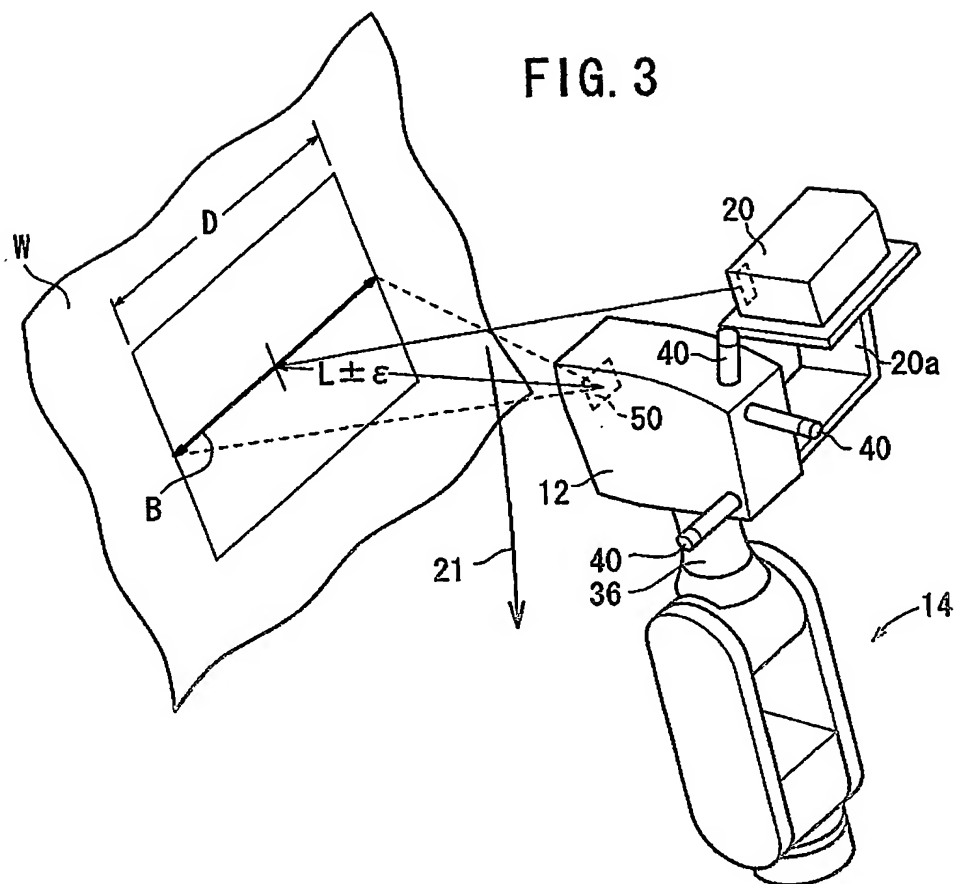
【図 1】



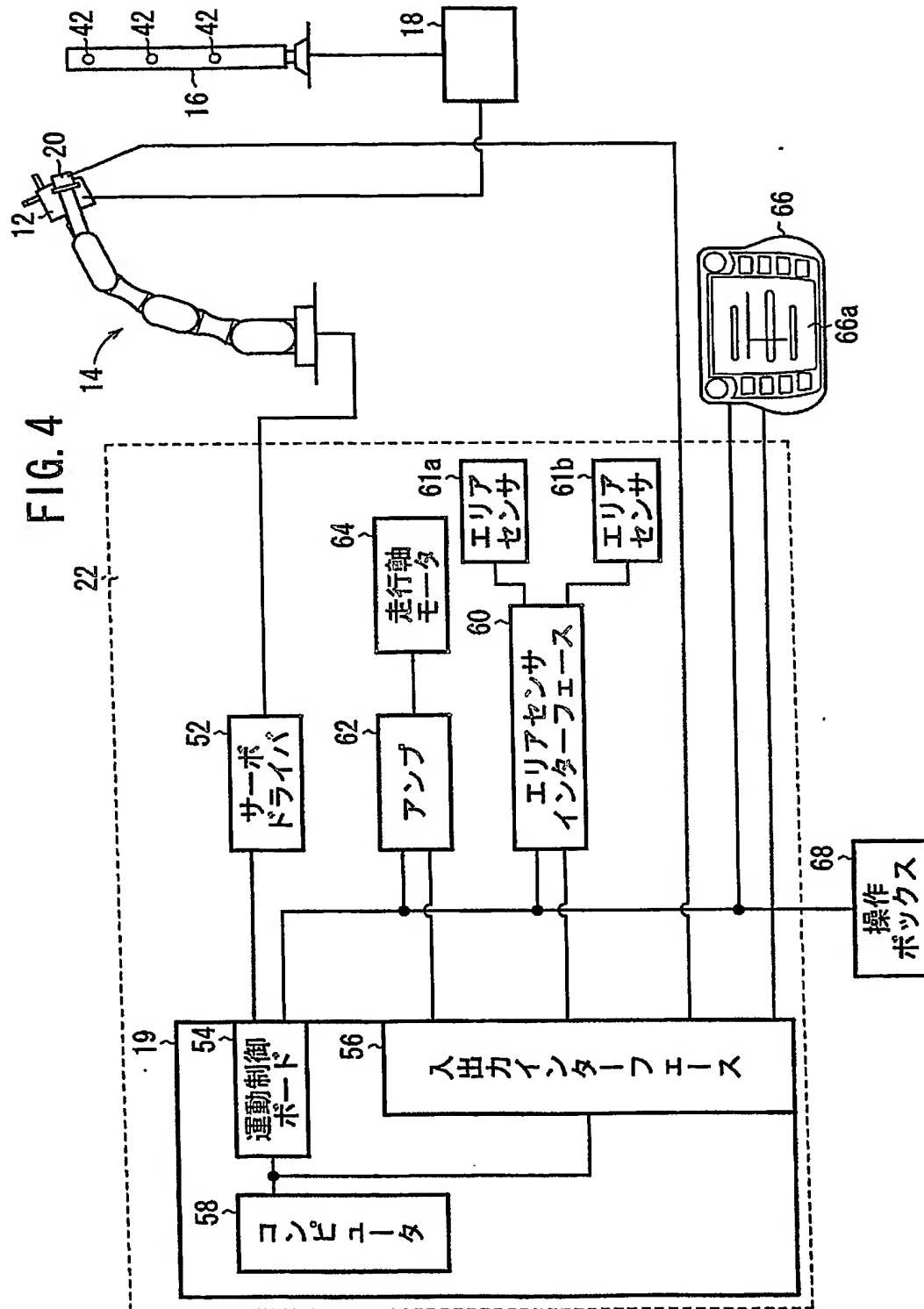
【図 2】



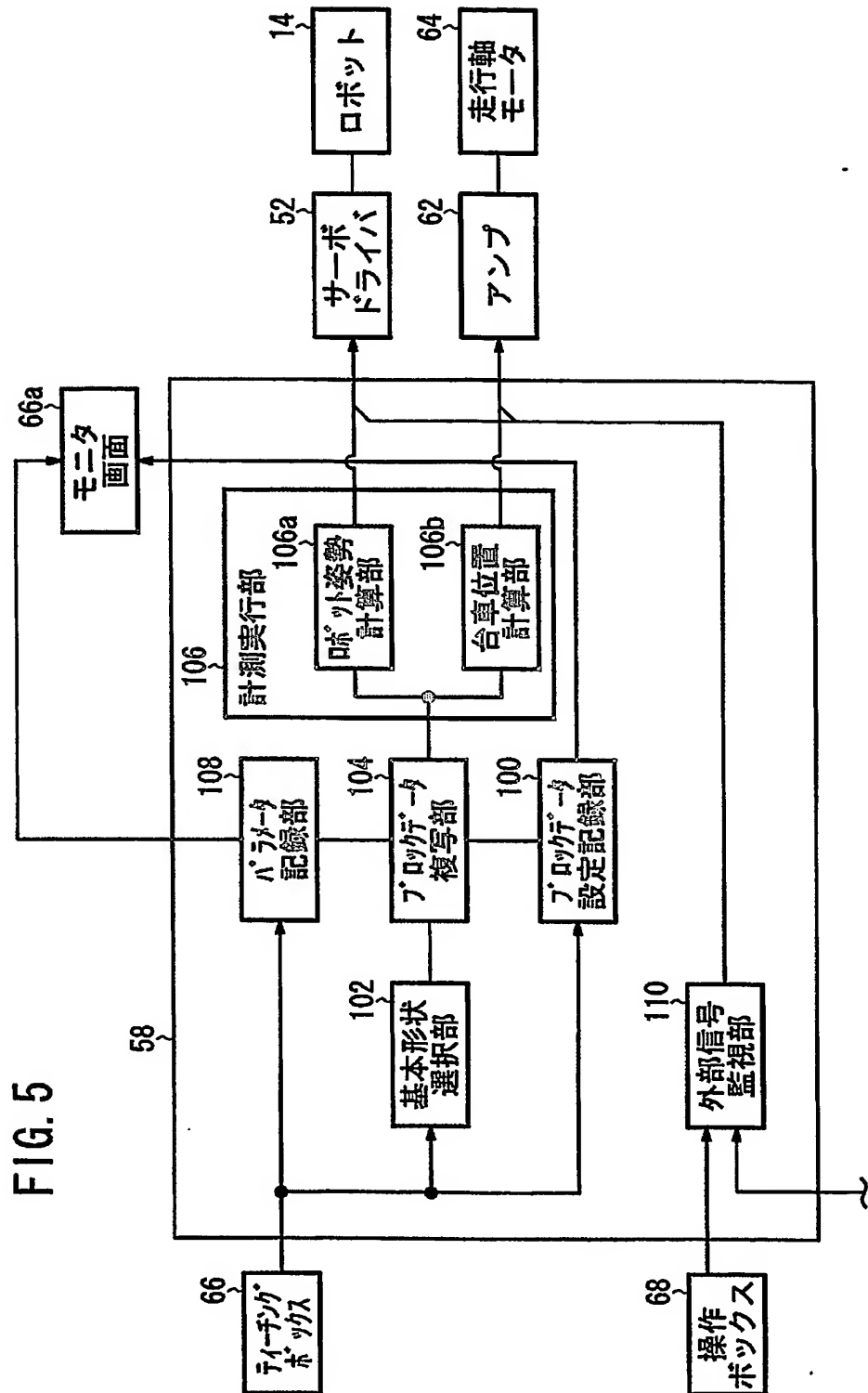
【図 3】



【図 4】

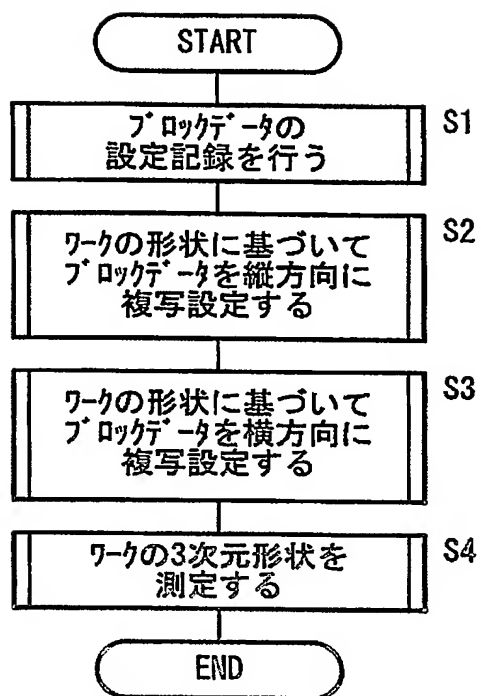


【図 5】



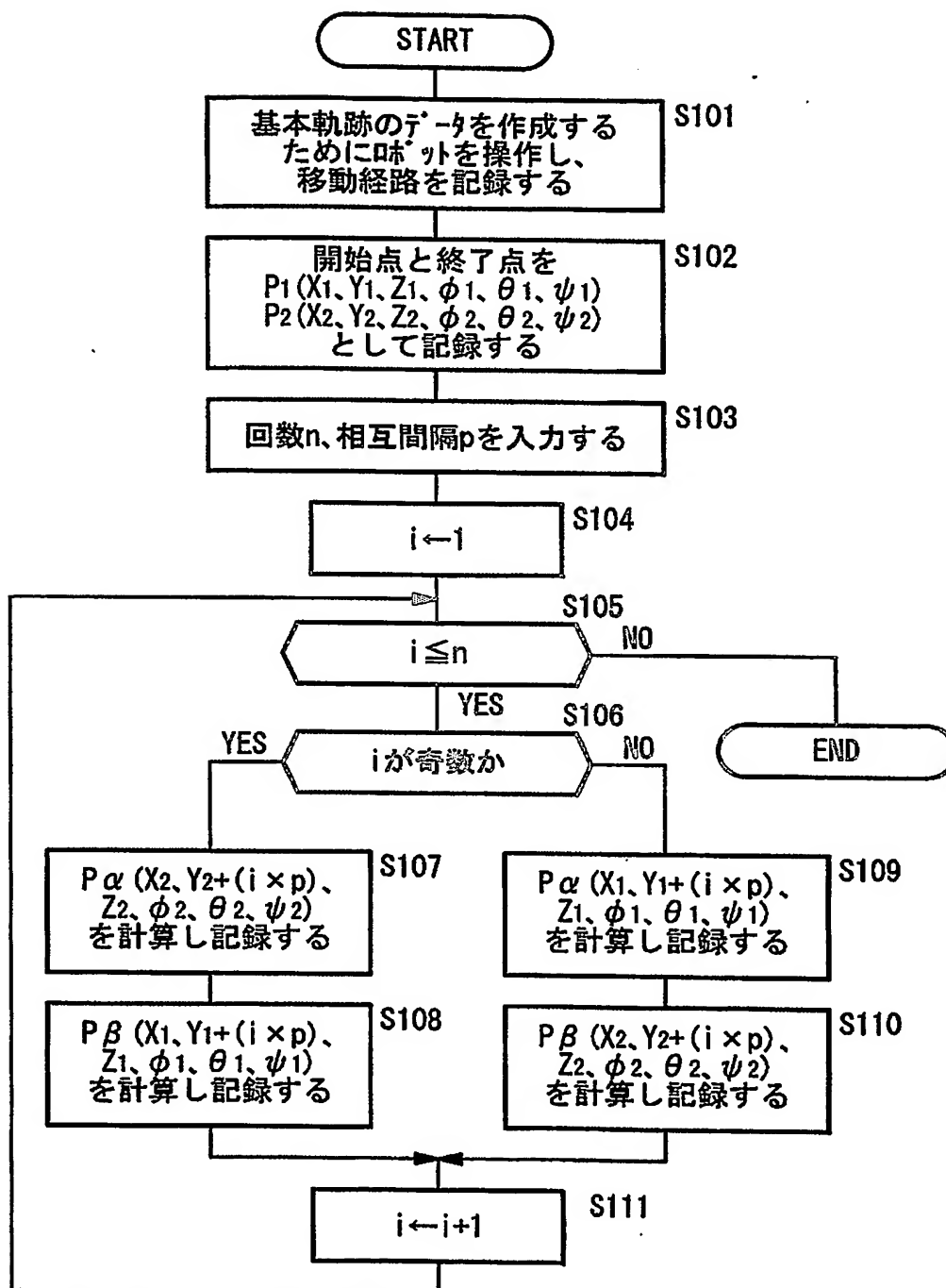
【図 6】

FIG. 6



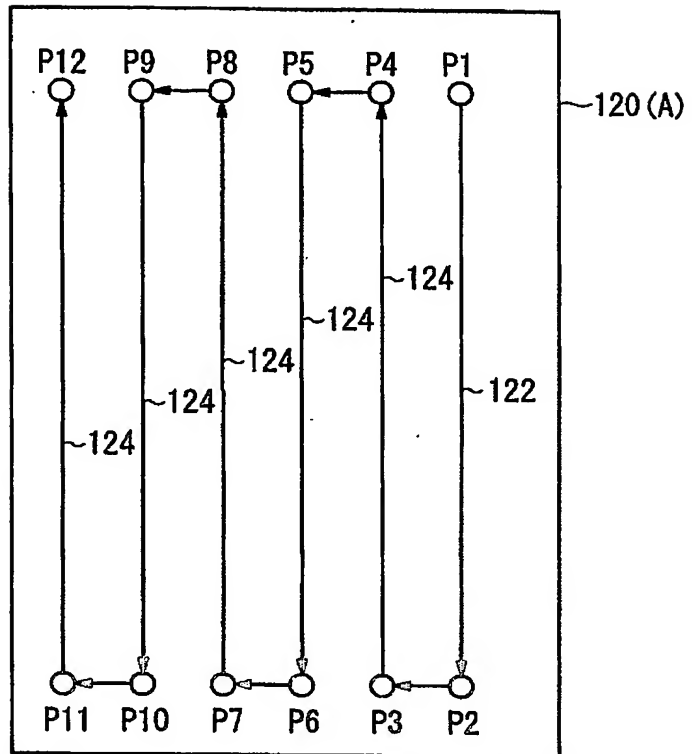
【図 7】

FIG. 7



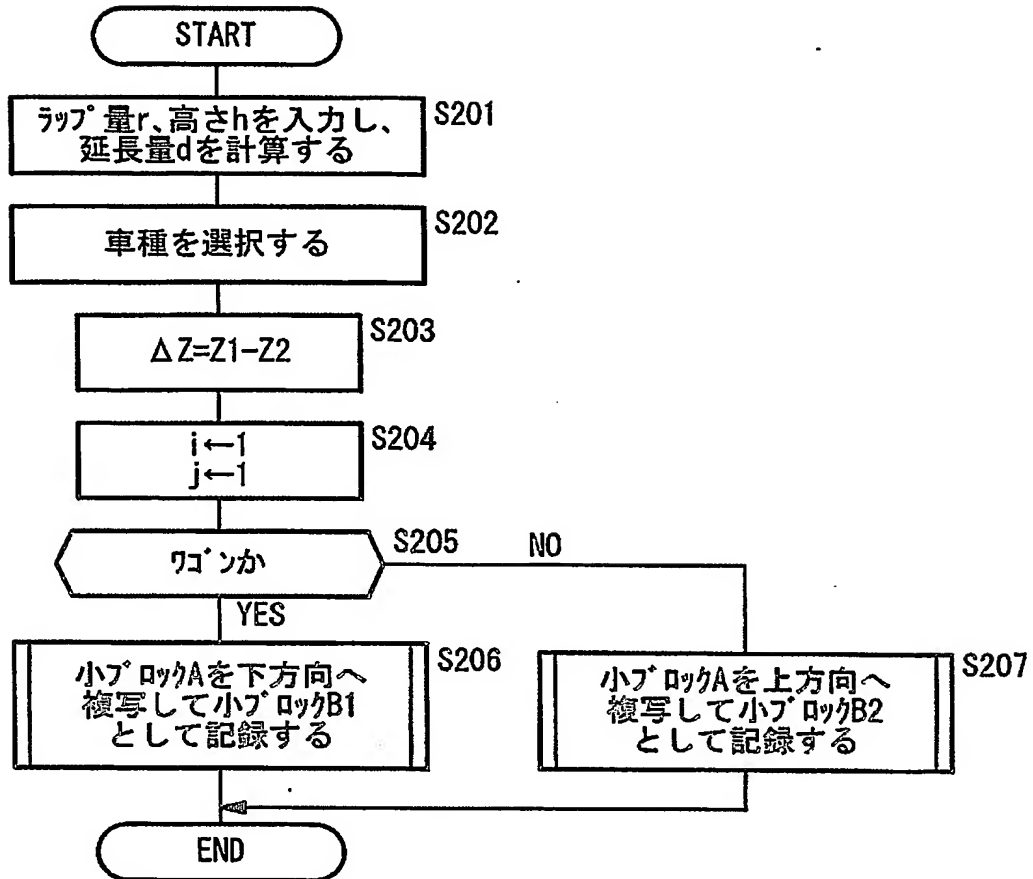
【図 8】

FIG. 8

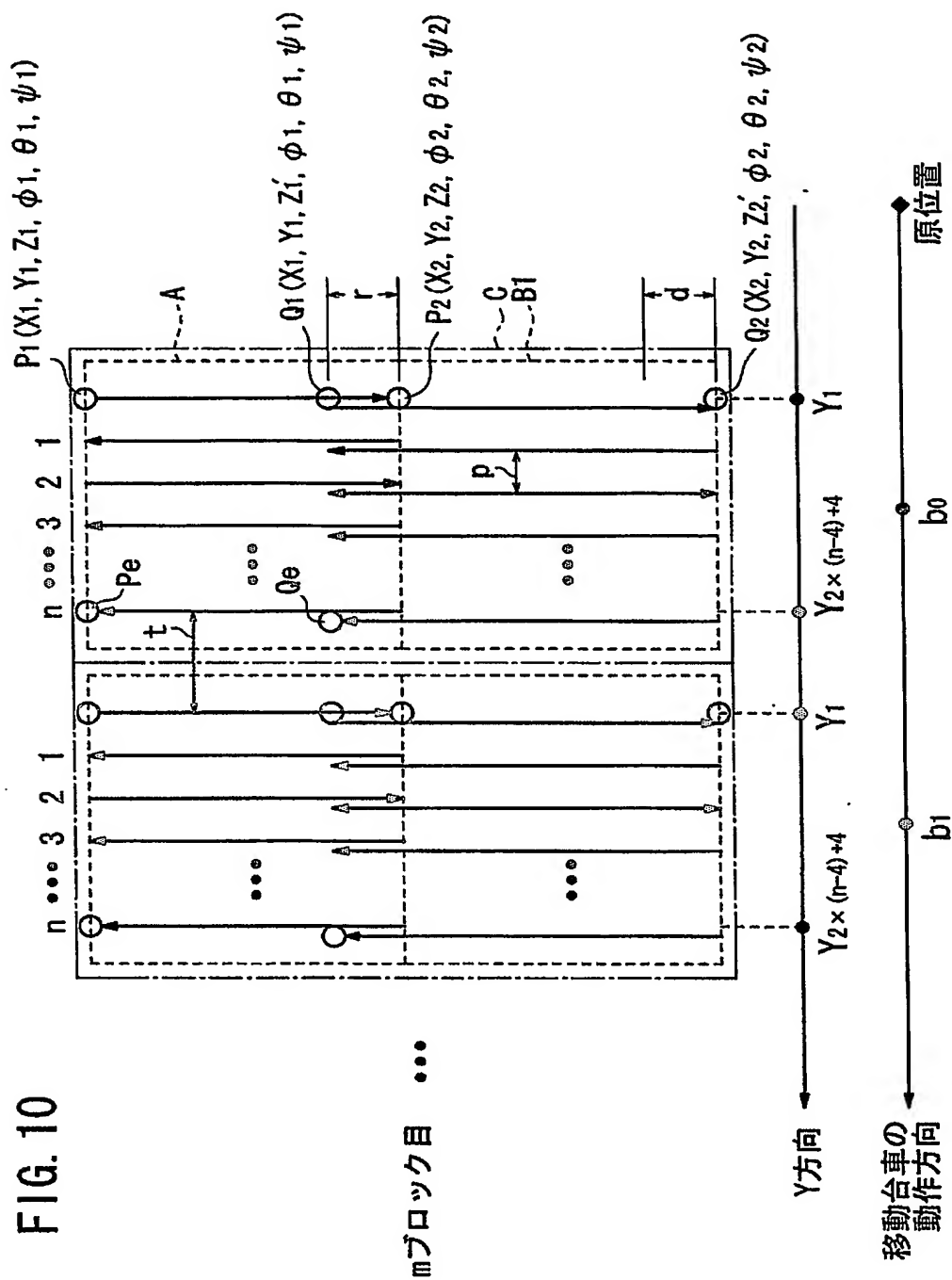


【図 9】

FIG. 9

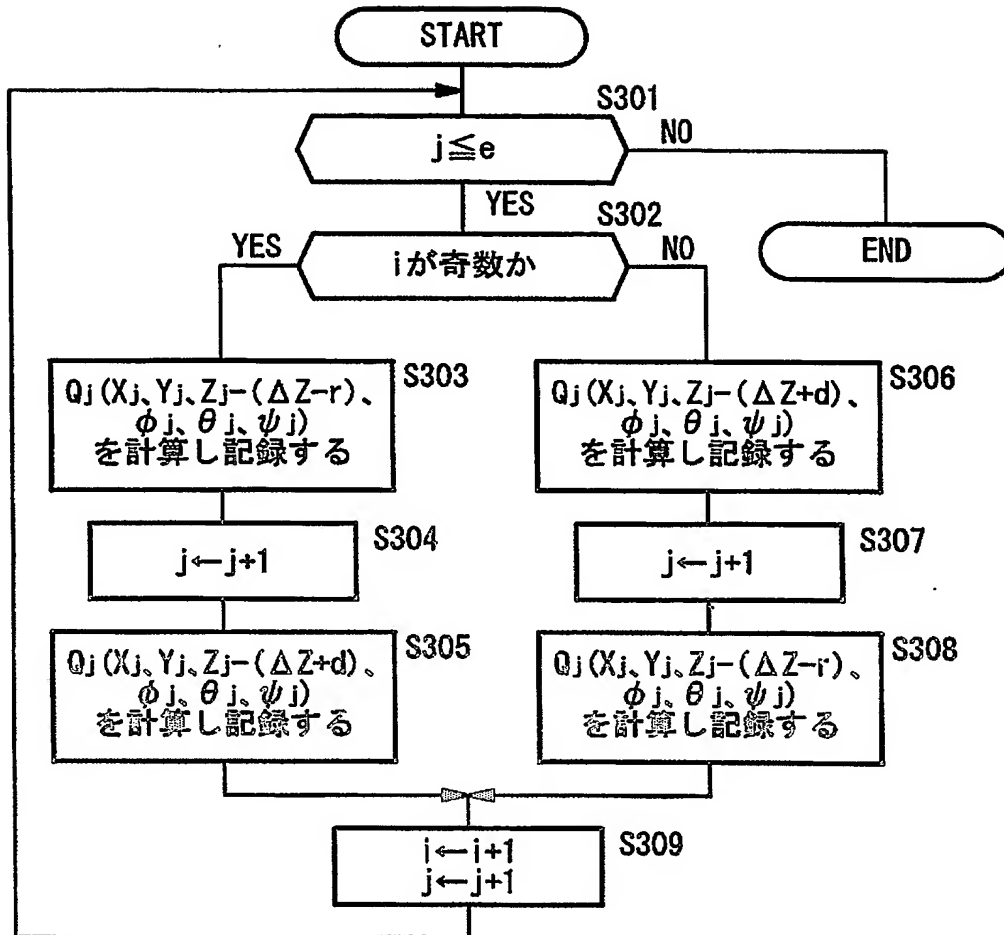


【図 10】



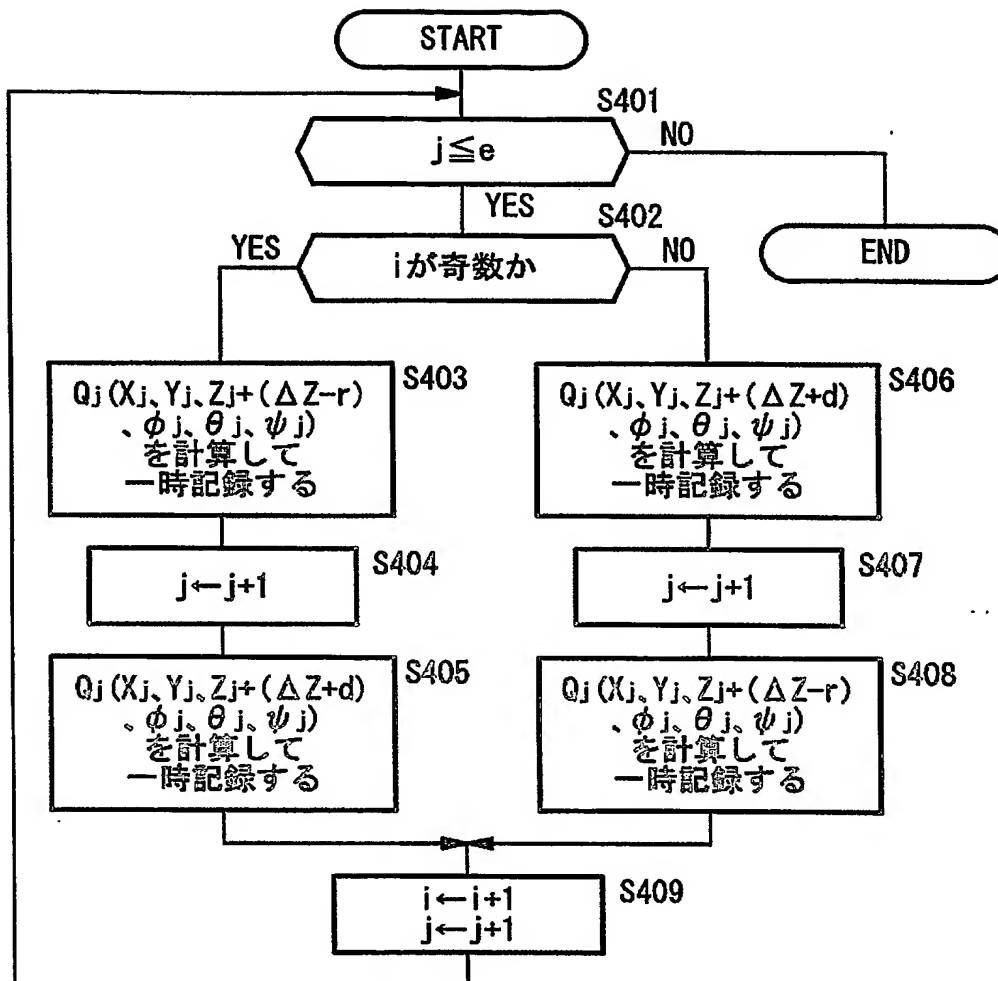
【図 11】

FIG. 11



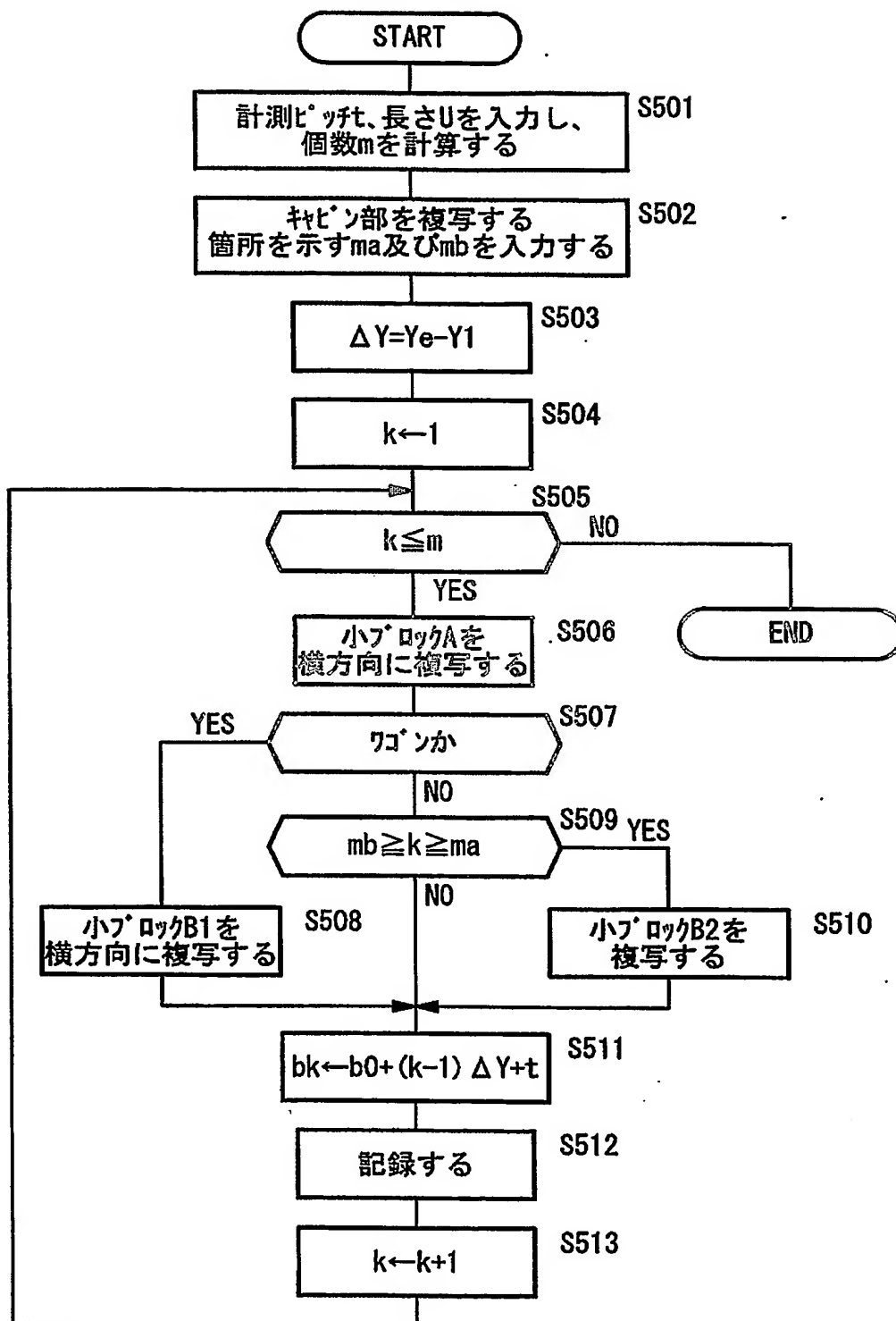
【図 12】

FIG. 12

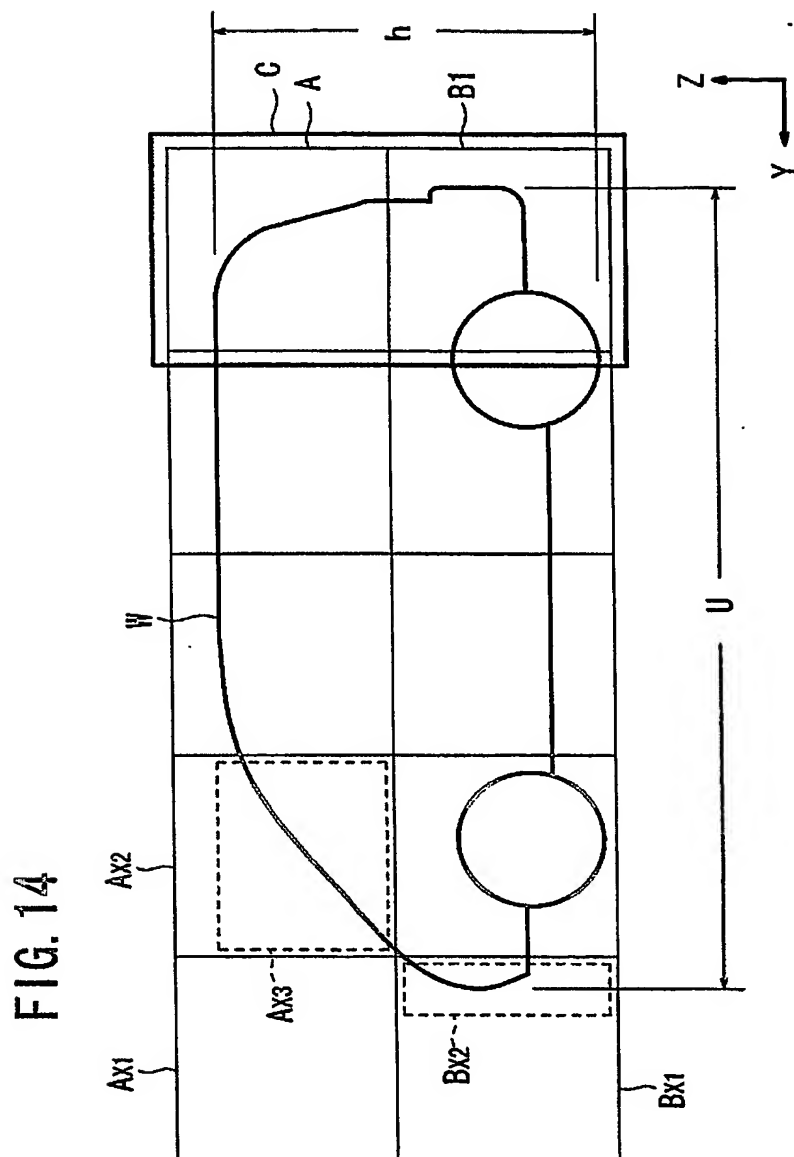


【図 13】

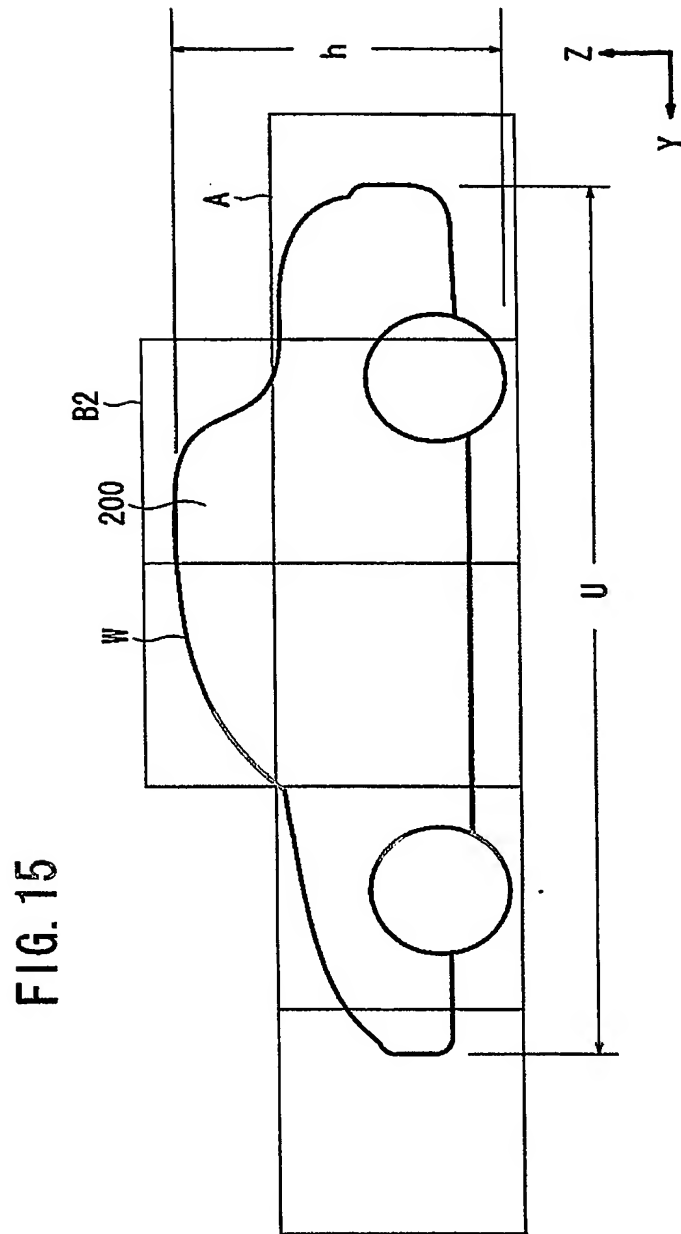
FIG. 13



【図 14】



【図 15】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** ロボットに取着した 3 次元測定器をワークの表面に倣わせて移動させて該ワークの表面形状を測定する際におけるロボットの動作を簡便かつ短時間に教示設定する。

**【解決手段】** ワークの表面形状を測定するために、レーザスキャナを倣わせる測定動作を示すブロックデータを設定し、記録する（ステップ S 1）。ワークの大きさや基本形状タイプを入力した後、ブロックデータを縦方向に複写（ステップ S 2）及び横方向に複写（ステップ S 3）する。複写設定したブロックデータに基づいてワークの表面形状を測定する（ステップ S 4）。

**【選択図】** 図 6

特願 2 0 0 3 - 1 8 7 2 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社